

System zum Unterstützen eines Fahrzeugführers**5 Beschreibung:**

Die Erfindung betrifft ein System zum Unterstützen eines Fahrzeugführers, bei dem in einem Kraftfahrzeug Assistenzfunktionen zur Unterstützung des Fahrers bei Anhalte- und Anfahrvorgängen durchgeführt werden, die in Abhängigkeit eines ersten Vergleichs zwischen wenigstens einer Fahrzustandsgröße und einem Schwellenwert und/oder aufgrund von ersten Betätigungssignalen von durch den Fahrer bedienbaren Betätigungsmitteln aktiviert werden.

15

Zur Unterstützung eines Fahrers eines Kraftfahrzeugs bei Anfahr- und Anhaltevorgängen ist eine Vielzahl von verschiedenen elektronischen Assistenzfunktionen bekannt. Um ein Zurückrollen des Fahrzeugs während eines Anfahrvorgangs zu verhindern, werden beispielsweise Anfahrhilfen eingesetzt, bei denen während des Stillstands des Fahrzeugs ein Bremsdruck in den Radbremsen eingestellt wird, der während des Anfahrvorgangs automatisch abgebaut wird. Gebräuchliche Bezeichnungen für derartige Anfahrhilfen sind Hillholder-System oder Hill-Start-Assist-System (HSA-System). Ferner ist es beispielsweise bekannt, eine elektrische Feststellbremse des Kraftfahrzeugs automatisch zu aktivieren, wenn erkannt wird, dass das Fahrzeug geparkt wird, und die elektrische Feststellbremse zu lösen, wenn ein Anfahrwunsch des Fahrers erkannt wird.

30

Die bekannten Assistenzfunktionen sind jeweils als eigenständige Funktionen ausgeführt, die jeweils über eine eigene Akti-

vierungslogik und eine eigene Steuerung verfügen, welche die Bremsdruckanforderung berechnet. Grundsätzlich können somit mehrere derartige Assistenzsysteme zur selben Zeit aktiviert sein. Dabei kann es zu einer mehrfachen Berechnung einer
5 Bremsdruckanforderung kommen, wodurch sich ein unnötig hoher Aufwand bei der Realisierung der Systeme ergibt.

Insbesondere da bei den verschiedenen Assistenzsystemen in der Regel unterschiedliche Bedingungen zur Erkennung von Fahrsitu-
10 ationen, wie beispielsweise eines Anfahrvorgangs, überprüft werden bzw. das Vorliegen von Bedingungen anhand unterschiedlicher Schwellenwerte festgestellt wird, berechnen die unterschiedlichen Assistenzsysteme zudem oftmals verschiedene Druckanforderungen. Vor allem bei einer großen Anzahl derarti-
15 ger Assistenzsysteme in einem Kraftfahrzeug kann dies zu einer fehlerhaften Steuerung der Bremsanlage und damit auch zu einer Beeinträchtigung der Fahrzeugsicherheit führen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine zuverlässige und sichere Steuerung der Bremsanlage auch dann zu reali-
20 sieren, wenn eine Vielzahl von Assistenzfunktionen zur Unterstützung des Fahrers bei Anhalte- und Anfahrvorgängen in einem Kraftfahrzeug ausgeführt werden.

25 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein System mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteran-
sprüchen angegeben.

30

Erfindungsgemäß zeichnet sich das System zum Unterstützen eines Fahrzeugführers, bei dem in einem Kraftfahrzeug Assistenz-

funktionen zur Unterstützung des Fahrers bei Anhalte- und Anfahrvorgängen durchgeführt werden, die in Abhängigkeit eines ersten Vergleichs zwischen wenigstens einer Fahrzustandsgröße und einem Schwellenwert und/oder aufgrund von ersten Betätigungssignalen von durch den Fahrer bedienbaren Betätigungsmitteln aktiviert werden, dadurch aus, dass eine Steuerungseinheit anhand eines weiteren Vergleichs wenigstens einer Fahrzustandsgröße mit einem vorgegebenen Schwellenwert und/oder anhand weiterer Betätigungssignale der Betätigungsmittel einen Fahrzeugzustand ermittelt, dass die Steuerungseinheit überprüft, ob wenigstens eine Assistenzfunktion aktiviert ist, und dass die Steuerungseinheit die Bremsanlage des Fahrzeugs in Abhängigkeit von dem ermittelten Fahrzeugzustand steuert, wenn wenigstens eine Assistenzfunktion aktiviert ist.

15 Mit Vorteil setzt die Erfindung dabei ein Steuergerät ein, welches sowohl die Erkennung der Fahrzeugzustände als auch die Steuerung der Bremsanlage des Fahrzeugs vornimmt. Die einzelnen Assistenzfunktionen bleiben im Rahmen der Erfindung erhalten, so dass der Fahrzeugführer die einzelnen Funktionen aktivieren oder deaktivieren kann, um das Maß an gewünschter Unterstützung nach seinen Bedürfnissen festzulegen.

25 Es wird somit ein System bereitgestellt, das über eine zentrale, d.h. eine für alle Assistenzfunktionen der beschriebenen Art gleiche Steuerungseinheit verfügt, welche die Fahrzeugzustände ermittelt und die Steuerung der Bremsanlage vornimmt. Bremseneingriffe erfolgen jedoch nur dann, wenn wenigstens eine der Assistenzfunktionen aktiviert ist.

30 Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass den unterschiedlichen Assistenzfunktionen in einem bestimmten Fahrzeugzustand, wie

beispielsweise dem Fahrzeugzustand Halten, im Wesentlichen die gleichen Bremskraftanforderungen zugrunde liegen, die bei dem erfindungsgemäßen System von der zentralen Steuerungseinheit ermittelt und in die Bremsanlage eingesteuert werden. Vor allem ermöglicht die Steuerungseinheit jedoch eine für alle Assistenzfunktionen einheitliche Ermittlung von Übergängen zwischen verschiedenen Fahrzeugzuständen, so dass bei der Durchführung der Assistenzfunktionen eine einheitliche, zuverlässige und sichere Steuerung der Bremsanlage gewährleistet ist.

10

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Fahrzeugzustand in Abhängigkeit eines Vergleichs der Fahrzeuggeschwindigkeit und/oder der Fahrzeugbeschleunigung mit einem Schwellenwert bestimmt wird.

15

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird der Fahrzeugzustand in Abhängigkeit eines Betätigungssignals eines durch den Fahrer bedienbaren Bremsbetätigungsmittels und/oder eines Antriebsmotorsteuerungsmittels ermittelt.

20

Die Betätigungssignale werden dabei vorzugsweise von an den Betätigungsmitteln angebrachten Sensoren erfasst.

25

Die Aktivierung einer Assistenzfunktion erfolgt vorzugsweise in Abhängigkeit eines Betätigungssignals eines durch den Fahrzeugführer bedienbaren Bremsenbetätigungsmittels und/oder eines Antriebsmotorsteuerungsmittels oder in Abhängigkeit eines Betätigungssignals eines durch den Fahrer bedienbaren Aktivierungsmittels.

30

Bei dem Aktivierungsmittel kann es sich beispielsweise um einen von dem Fahrzeugführer bedienbaren Schalter zur Aktivierung einer bestimmten Assistenzfunktion handeln.

- 5 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Steuerungseinheit als Zustandsautomat ausgebildet. Vorzugsweise ist es dabei vorgesehen, dass ein Fahrzeugzustand erkannt wird, indem in einem weiteren Fahrzeugzustand überprüft wird, ob eine Übergangsbedingung für einen Zustandsübergang vorliegt, und ein Zustandsübergang erfolgt, wenn die
10 Übergangsbedingung erfüllt ist.

- Vorzugsweise wird das Vorliegen einer Übergangsbedingung dabei anhand des weiteren Vergleichs wenigstens einer Fahrzustandsgröße mit einem vorgegebenen Schwellenwert und/oder anhand der
15 weiteren Betätigungssignale eines durch den Fahrer bedienbaren Betätigungsmittels festgestellt.

- In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass genau ein Fahrzeugzustand festgestellt
20 wird, der aus einem der folgenden Fahrzeugzustände ausgewählt ist: Kriechen, Anhalten, Halten, Parken/Sichern, Anfahren.

- In einer zweckmäßigen Ausführungsform der Erfindung ist es
25 vorgesehen, dass die Steuerungseinheit die Bremsanlage des Fahrzugs in Abhängigkeit der aktivierten Assistenzfunktion steuert oder regelt.

- Dies ist vor allem dann vorteilhaft, wenn sich bei verschiedenen in einem bestimmten Fahrzeugzustand aktivierbaren Assistenzfunktionen unterschiedliche Steuerungs-
30 /Regelungsanforderungen ergeben würden.

Vorzugsweise umfasst das System dabei eine Arbitrierungseinheit, die ermittelt, in Abhängigkeit von welcher aktivierten Assistenzfunktion die Steuerungseinheit die Bremsanlage steuert, wenn mehrere Assistenzfunktionen in einem Fahrzeugzustand aktiviert sind.

Dies ist dann vorteilhaft, wenn in einem Fahrzeugzustand mehrere Assistenzfunktionen aktiviert sind, die unterschiedliche Steuerungs-/Regelungsanforderungen zur Folge haben.

Vorteilhaft wird im Fahrzeugzustand Anhalten die Bremskraft vergrößert, wobei die Änderungsrate der Bremskraft in Abhängigkeit von der aktivierten und/oder der durch die Arbitrierungseinheit ermittelten Assistenzfunktion bestimmt wird.

Dabei ist es in zweckmäßigen Ausführungsformen der Erfindung vorgesehen, dass in dem Fahrzeugzustand Anhalten zum Vergrößern der Bremskraft ein Bremsdruckaufbau in einer Betriebsbremsanlage und/oder eine Aktivierung einer Feststellbremsanlage erfolgen.

Vorzugsweise wird in dem Fahrzeugzustand Halten die Bremskraft aufrechterhalten oder eine vorgegebene Bremskraft eingestellt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird dabei die im Fahrzeugzustand Halten aufzubauende Bremskraft in Abhängigkeit von einem Längsneigungswinkels des Fahrzeugs bestimmt.

Vorzugsweise ist es ferner vorgesehen, dass im Fahrzeugzustand Anfahren die Bremskraft verringert wird.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird im Fahrzeugzustand Anfahren am Berg die Bremskraft in Abhängigkeit von einem Ergebnis eines Vergleichs zwischen einer Hangabtriebskraft und einer Antriebskraft des Fahrzeugs verringert.

Vorzugsweise wird in dem Fahrzeugzustand Parken/Sichern die Feststellbremse aktiviert.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass wenigstens eine der folgenden Assistentenfunktionen ausgeführt wird: Eine Funktion zum Aktiven Anhalten und Anfahren, eine dynamische Bremsfunktion, eine Funktion zum aktiven Fahrzeughalten, ein Stau-Assistent, eine Funktion zum automatischen Lösen der Feststellbremse bei einem Anfahrvorgang und ein Anfahrassistent.

Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Figuren.

Von den Figuren zeigt

Fig. 1 eine Übersicht über die Fahrzeugzustände, die in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung unterschieden werden und

Fig. 2 ein Zustandsdiagramm, in dem insbesondere mögliche Übergänge zwischen den in der Figur 1 dargestellten Fahrzeugzuständen dargestellt sind.

Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems zur Fahrerunterstützung wird nachfolgend als Stillstandsmanager (SSM) bezeichnet. Der SSM steuert die Bremsanlage des
5 Fahrzeugs, die vorzugsweise eine Betriebsbremsanlage und eine elektrische Feststellbremse (EFB) umfasst.

Bei der Betriebsbremsanlage des Kraftfahrzeugs handelt es sich beispielsweise um eine hydraulische oder elektrohydraulische
10 Bremsanlage, bei welcher ein Bremsdruck in einer Hydraulikflüssigkeit in einem Hauptbremszylinder aufgebaut und an Radbremszylinder übertragen wird, die an den Rädern des Fahrzeugs angeordnet sind.

15 Vorzugsweise weist die Betriebsbremsanlage zudem eine durch den SSM steuerbare Energieversorgung auf, mit welcher der Bremsdruck in dem Hauptbremszylinder bzw. in den Radbremszylindern aufgebaut werden kann.

20 Die Radbremszylinder sind ferner über durch den SSM steuerbare Trennventile mit dem Hauptbremszylinder verbunden, so dass der Bremsdruck in den Radbremszylindern durch ein Sperren der Ventile aufrechterhalten werden kann. Alternativ kann der Bremsdruck auch durch einen aktiven Booster gehalten werden.

25 Von dem Fahrzeugführer wird die Betriebsbremsanlage mittels eines üblicherweise als Fußpedal ausgeführten Bremsenbetätigungsmittels gesteuert, das mechanisch über einen Bremskraftverstärker mit dem Hauptbremszylinder verbunden oder - im Falle einer elektrohydraulischen Bremsanlage - mit einem Pedalwegsensord
30 ausgerüstet ist, dessen Signale von einem Steuergerät erfasst werden und zur Steuerung einer Hydraulikeinheit

dienen. Der Bremsdruck in den Radbremszylinder wird mittels Drucksensoren gemessen.

Die Erfindung ist dabei jedoch nicht auf diese Ausführungsform
5 der Betriebsbremsanlage beschränkt. Der Fachmann erkennt vielmehr, dass sich die Erfindung in analoger Weise auch auf andere Bremsanlagen übertragen lässt.

Die elektrische Feststellbremse (EFB) umfasst beispielsweise
10 Duo-Servo- oder Kombisattel-Radbremsen, die durch Aktuatoren arretiert werden. Die Aktuatoren werden entweder mittels eines Elektromotors über Seilzüge oder mittels einer geeigneten Mechanik oder Hydraulik direkt am Bremssattel angesteuert. Der Fahrzeugführer steuert die EFB vorzugsweise mittels eines
15 Schalters, der innerhalb des Kraftfahrzeugs angeordnet ist.

Ferner verfügt das Kraftfahrzeug über einen beispielsweise als Verbrennungsmotor ausgeführten Antriebsmotor, der ein Motordrehmoment erzeugt, das über den Antriebsstrang des Fahrzeugs
20 an die Antriebsräder übertragen wird. Die Steuerung des Motors durch den Fahrzeugführer erfolgt mittels eines Fahrpedals, das vorzugsweise mit einem Pedalwegsensoren ausgerüstet ist.

Der Antriebsstrang enthält insbesondere ein Getriebe, das über
25 eine Kupplung oder - im Falle eines Automatikgetriebes - über einen Drehmomentwandler mit dem Antriebsmotor verbunden ist. Die Kupplung wird von dem Fahrzeugführer über ein Kupplungspedal bedient wird, das vorzugsweise ebenfalls mit einem Pedalwegsensoren ausgestattet ist. Darüber hinaus ist das Getriebe
30 oder ein Betätigungsmittel, mit dem die Gänge des Getriebes gewechselt werden, mit einem Sensor zum Erfassen des eingelegten Gangs ausgerüstet.

Zur Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit v ist an wenigstens einem Rad des Fahrzeugs ein Raddrehzahlsensor angeordnet. Mit weiteren Sensoren des Kraftfahrzeugs kann beispielsweise ermittelt werden, ob der Fahrersitz belegt und ob die Fahrertür geöffnet oder geschlossen ist.

Um den Fahrzeugführer bei der Handhabung des Fahrzeugs im unteren Geschwindigkeitsbereich, vorzugsweise bei Fahrzeuggeschwindigkeiten v , die kleiner als 4 km/h sind, zu unterstützen, sind mehrere Assistenzfunktionen vorgesehen. In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung handelt es sich dabei beispielsweise um folgende Assistenzfunktionen, die nachfolgend näher erläutert werden:

- Eine Funktion zur Unterstützung des Fahrzeugführers beim Anhalten und Anfahren (Stop & Go, S&G), beispielsweise in einem Verkehrsstau.
- Eine dynamische Bremsfunktion (Dynamic Brake Function, DBF), bei der das Abbremsen des Fahrzeugs mittels der Betriebsbremse durch einen zusätzlichen Eingriff der Feststellbremse in Stillstandsnähe unterstützt wird.
- Eine Funktion zum aktiven Fahrzeughalten (Active Vehicle Hold, AVH), die das Fahrzeug gegen ein ungewolltes Anrollen sichert.
- Einen Stau Assistenten (SA), der den Fahrer ebenfalls beim Anhalten und Anfahren in einem Verkehrsstau unterstützt.
- Eine Funktion zum automatischen Lösen der EFB bei einem Anfahrvorgang (Drive Away Release, DAR).
- Ein Anfahrassistent (Hill Start Assist, HSA), der ein Zurückrollen des Fahrzeugs bei einem Anfahrvorgang verhindert.

Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die vorhandenen Assistenzfunktionen bzw. eine oder mehrere dafür vorgesehene Steuergeräte überprüfen, ob Bedingungen zur Aktivierung bzw. Deaktivierung vorliegen. Die Aktivierung der Funktionen erfolgt
5 dabei dann, wenn ein vorgegebener Fahrzeugzustand vorliegt und/oder wenn ein Betätigungssignal eines von dem Fahrer bedienten Betätigungsmittels vorliegt. Bei dem Betätigungsmittel kann es sich beispielsweise um das Bremsenbetätigungsmittel, das Antriebsmotorsteuerungsmittel, einen Aktivierungsschalter
10 der EFB oder um einen Schalter zur Aktivierung der Assistenzfunktion handeln.

Durch die S&G-Funktion wird das Fahrzeug durch einen Druckaufbau in den Radbremsen abgebremst, wenn der Fahrzeugführer bei
15 kleinen Fahrzeuggeschwindigkeiten v , beispielsweise während einer Kolonnenfahrt in einem Stau, das Fahrpedal löst, d.h. kein Motordrehmoment anfordert. Vorzugsweise wird der Bremsdruck dabei abgebaut, wenn eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit v erreicht ist, die nachfolgend aufrechterhalten wird.

20 In ähnlicher Weise unterstützt die SA-Funktion den Fahrer, indem das Fahrzeug durch einen Druckaufbau in den Radbremsen bis zum Stillstand abgebremst wird, wenn ein Haltewunsch des Fahrers erkannt wird. Dies geschieht vorzugsweise dadurch, dass
25 beim Vorliegen einer kleinen Fahrzeuggeschwindigkeit v festgestellt wird, dass der Fahrer das Fahrpedal nicht mehr betätigt.

Die S&G-Funktion sowie die SA-Funktion werden dabei in einer
30 Ausführungsform der Erfindung durch den Fahrer mittels eines Schalters aktiviert und deaktiviert. In weiteren Ausführungsformen der Erfindung kann es jedoch auch vorgesehen sein, dass

eine der beiden Funktionen selbsttätig aktiviert wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit während einer vorgegebenen Zeitspanne in einem vorgegebenen Bereich liegt, und dass die S&G-Funktion deaktiviert wird, wenn eine vorgegebene Fahrzeuggeschwindigkeit überschritten wird, oder wenn ein Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wird.

Durch die dynamische Bremsfunktion (DBF) wird das Fahrzeug insbesondere in einer Notfallsituation angehalten. Dabei wird das Fahrzeug zunächst mittels der hydraulischen Betriebsbremse abgebremst, bis eine Fahrzeuggeschwindigkeit v von beispielsweise 4 km/h erreicht ist. Für kleinere Geschwindigkeiten erfolgt ein automatisches Abbremsen mittels der EFB. Die DBF wird mittels eines durch den Fahrzeugführer zu betätigenden Schalters aktiviert und erlaubt damit insbesondere ein Abbremsen des Fahrzeugs, wenn das Bremsenbetätigungsmittel von dem Fahrzeugführer nicht bedient werden kann. Die Funktion wird deaktiviert, wenn ein Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wird.

Die AVH-Funktion sichert das Fahrzeug gegen ein ungewolltes Anrollen, indem während des Stillstands ein Bremsdruck in den Radbremsen aufgebaut wird. Die Funktion wird durch den Fahrzeugführer vorzugsweise mittels eines Schalters aktiviert. Eine automatische Aktivierung ist auch denkbar. Falls der Fahrer das Fahrzeug verlässt, was mittels eines Sensors an der Fahrertür vorzugsweise dann erkannt wird, wenn die Fahrertür geöffnet wird, oder falls eine vorgegebene Zeitdauer abgelaufen ist, wird vorzugsweise von der hydraulischen Betriebsbremse auf die EFB umgeschaltet. Die Deaktivierung dieser Funktion geschieht vorzugsweise, wenn ein Anfahrwunsch des Fahrers er-

kannt wird, oder wenn mittels des Schalters eine Deaktivierung durch den Fahrer vorgenommen wird.

Durch die DAR-Funktion wird die während des Stillstands aktivierte EFB des Fahrzeugs bei einem Anfahrvorgang automatisch gelöst. Die EFB wird dabei insbesondere dann gelöst, wenn ein Anfahrwunsch des Fahrzeugführers festgestellt wird. Die Aktivierung der DAR-Funktion erfolgt dann, wenn ein Stillstand des Fahrzeugs ermittelt wird und die EFB durch den Fahrer aktiviert ist.

In ähnlicher Weise wird der Fahrer beim Anfahren durch die HSA-Funktion unterstützt, indem ein Bremsdruck in den Radbremsen des Fahrzeugs aufgebaut wird, der bei einem erkannten Anfahrwunsch reduziert bzw. zurückgenommen wird. Die Aktivierung der HSA-Funktion geschieht entweder durch den Fahrzeugführer beispielsweise mittels eines entsprechenden Schalters, oder es erfolgt eine selbsttätige Aktivierung, wenn der Fahrzeugführer die Betriebsbremse betätigt und sich das Fahrzeug am Hang befindet. Eine Deaktivierung geschieht vorzugsweise, wenn das Anfahren des Fahrzeugs erkannt worden ist, oder wenn eine Abbruchbedingung erfüllt ist. Als Abbruchbedingung kann dabei beispielsweise eine Aktivierung der EFB, bzw. ein Ziehen einer Handbremse, vorgesehen sein. Ferner wird die Funktion vorzugsweise deaktiviert, wenn mittels eines Sitzbelegungssensors am Fahrersitz nicht festgestellt wird, dass der Fahrersitz belegt ist.

Die Steuerung der Bremsanlage, d.h. die Ausführung der Assistenzfunktionen, wird erfindungsgemäß durch den SSM vorgenommen. In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der SSM dabei als ein Zustandsautomat ausgeführt. Die Fahr-

zeugzustände, die durch den SSM erkannt werden, sind dabei in der Figur 1 veranschaulicht und umfassen die Zustände Kriechen, Anfahren, Halten, Fahren und Parken/Sichern. Ferner ist ein Zustand Ausgeschaltet vorgesehen, in dem der SSM deaktiviert ist.

Die Aktivierung des SSM erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v einen vorgegebenen Schwellenwert, beispielsweise 4 km/h, unterschreitet. Für Werte der Fahrzeuggeschwindigkeit v oberhalb des vorgegebenen Schwellenwertes ist der SSM deaktiviert, d.h. er befindet sich in dem Zustand Ausgeschaltet. Eine Deaktivierung erfolgt vorzugsweise auch dann, wenn keine der Assistenzfunktionen des Fahrzeugs aktiviert ist. Ferner erfolgt die Deaktivierung vorzugsweise auch dann, wenn ein Fehler festgestellt wird, der beispielsweise in der Bremsanlage oder in von dem SSM verwendeten Fahrzeugsensorik vorliegt.

Die Erkennung der übrigen Zustände ergibt sich aus den Bedingungen, unter denen ein Zustandsübergang des SSM erfolgt, der auch als Transition bezeichnet wird. Die möglichen Transitionen sind dabei in der Figur 2 veranschaulicht.

Ausgehend von dem Zustand Anhalten bestehen dabei zwei mögliche Transitionen. Eine Transition in den Zustand Halten erfolgt dann, wenn ein Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wird. Aufgrund des in der Regel begrenzten Auflösungsvermögens der in Fahrzeugen eingesetzten Geschwindigkeits- bzw. Raddrehzahlsensoren wird der Stillstand dabei in der Praxis vorzugsweise dann festgestellt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v einen vorgegebenen Schwellenwert S_v , beispielsweise 1 km/h, unterschreitet. Die Transition in den Zustand Ausgeschaltet

geschieht, wenn keine der Assistenzfunktionen aktiviert ist oder wenn der SSM aufgrund eines Fehlers deaktiviert wird.

Ausgehend von dem Zustand Halten bestehen in einer bevorzugten
5 Ausführungsform der Erfindung drei mögliche Transitionen. Eine
Transition in den Zustand Anfahren erfolgt dabei, wenn ein An-
fahrwunsch des Fahrzeugführers erkannt wird. In einer vorteil-
haften Ausführungsform der Erfindung geschieht dies beispiels-
weise, wenn das Fahrpedal während einer vorgegebenen Zeitdauer
10 von beispielsweise ca. 100 ms betätigt worden ist oder wenn
das Fahrpedal wenigstens um einen vorgegebenen Pedalweg von
beispielsweise 3% des maximalen Pedalwegs betätigt wurde. Die
Betätigung des Fahrpedals wird dabei mittels des Pedalwegsens-
sors am Fahrpedal ermittelt.

15

Es kann ebenfalls vorgesehen sein, anstelle der Überwachung
des Fahrpedals oder zusätzlich dazu zu überprüfen, ob ein Mo-
tordrehmoment vorliegt, das ausreichend groß ist, um ein An-
fahren des Fahrzeugs zu ermöglichen und/oder ob die Kupplung
20 geschlossen wird. Der Kupplungszustand kann dabei beispiels-
weise mittels eines Pedalwegsensors an dem Kupplungspedal be-
stimmt werden, der Wert des Motordrehmoments des Antriebsmo-
tors wird in der Regel durch das Steuergerät des Motors zur
Verfügung gestellt.

25

Weitere Bedingungen für den Übergang in den Zustand Anfahren
sind dann erfüllt, wenn ein Gang in dem Fahrzeuggetriebe ein-
gelegt ist, was mit einem Sensor am Getriebe bzw. an der
Schaltvorrichtung des Fahrzeugs festgestellt wird, und wenn
30 das Betätigungsmittel der Betriebsbremse von dem Fahrzeugfüh-
rer nicht betätigt wird.

Bei einem weiteren Verfahren, das hier genutzt werden kann, wird das Einkuppeln erkannt, wenn das Antriebsmoment in einem vorgegebenen Bereich liegt, d.h. insbesondere größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist, und die Änderungsrate der Motordrehzahl einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass zur Erkennung des Einkuppelns, bzw. Anfahrens ausschließlich Signale verwendet werden, die durch die Motorsteuerung bereitgestellt werden, und nicht auf zusätzliche Sensoren zurückgegriffen werden muss. Darüber hinaus sind ebenfalls einsetzbare Verfahren zum Ermitteln eines Anfahrens bzw. Einkuppelns beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 100 63 061 A1 beschrieben.

Ein Übergang von dem Zustand Halten in den Zustand Parken/Sichern erfolgt vorzugsweise dann, wenn die Zeitdauer Δt_{st} , während der sich das Fahrzeug im Stillstand befindet, einen vorgegebenen Schwellenwert T_{st} überschreitet, und wenn der Fahrzeugführer das Betätigungsmittel der Betriebsbremse nicht betätigt. Ferner kann der Übergang in den Zustand Halten dann erfolgen, wenn der Fahrzeugführer das Fahrzeug verlässt, wobei das Verlassen des Fahrzeugs, wie oben beschrieben, mittels eines Sensors an der Fahrertür festgestellt wird, wenn die Fahrertür geöffnet wird.

Ein Übergang in den Zustand Ausgeschaltet erfolgt aufgrund der oben bereits beschriebenen Bedingungen.

Ausgehend von dem Zustand Anfahren sind vorzugsweise drei mögliche Transitionen des SSM vorgesehen. Falls der Anfahrvorgang abgebrochen wird, was vorzugsweise mittels des Fahrpedalsensors daran festgestellt wird, dass der Fahrzeugführer das Fahrpedal löst bzw. nicht mehr betätigt, erfolgt ein Übergang

in den Zustand Halten. Ein Übergang in den Zustand Kriechen geschieht, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit v einen Schwellenwert überschreitet, der vorzugsweise dem Schwellenwert S_v entspricht.

5

Ferner kann ein Übergang in den Zustand Ausgeschaltet vorliegen, wenn eine der diesbezüglich bereits beschriebenen Bedingungen vorliegt.

- 10 Ausgehend von dem Zustand Kriechen bestehen vorzugsweise ebenfalls drei mögliche Transitionen. Neben der Transition in den Zustand Ausgeschaltet, die beim Vorliegen der bereits genannten Bedingungen erfolgt, ist dabei insbesondere eine Transition in den Zustand Anhalten vorgesehen, wenn ein Anhaltewunsch
15 des Fahrers festgestellt wird, was beispielsweise der Fall sein kann, wenn mittels des Fahrpedalsensors ermittelt wird, dass der Fahrer das Fahrpedal vollständig gelöst hat.

- Ferner erfolgt ein Übergang in den Zustand Halten, wenn die
20 Fahrzeuggeschwindigkeit v den Schwellenwert S_v unterschreitet.

- Ausgehend von dem Zustand Parken/Sichern, in den der SSM von dem Zustand Halten aus übergehen kann, sind in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung drei mögliche Transitionen vorgesehen. Eine Transition in den Zustand Anfahren erfolgt dabei, wenn die Bedingungen erfüllt sind, die auch zu
25 einem

- Übergang des SSM von dem Zustand Halten in den Zustand Anfahren führen. Ferner kann ein Übergang von dem Zustand Parken in den Zustand Halten vorgesehen sein, der beispielsweise dann
30 erfolgt, wenn der Fahrzeugführer das Betätigungsmittel der Betriebsbremse betätigt. In weiteren Ausführungsformen der Er-

findung kann es ebenfalls vorgesehen sein, dass eine Transition in den Zustand Halten erfolgt, wenn mittels des Sitzbelegungssensors ermittelt wird, dass der Fahrzeugführer nach einer Abwesenheit wieder auf dem Fahrersitz Platz nimmt. Bei
5 Vorliegen der diesbezüglich bereits beschriebenen Bedingungen ist ferner ein Übergang in den Zustand Ausgeschaltet vorgesehen.

In jedem Zustand des SSM, der einem entsprechenden Zustand des
10 Fahrzeugs entspricht, ermittelt der SSM die aktivierten Assistenzfunktionen. Die Steuerung der Bremsanlage erfolgt durch den SSM in Abhängigkeit von der Assistenzfunktion bzw. den Assistenzfunktionen die aktiviert sind.

15 Im Zustand Anhalten können sowohl die SA-Funktion als auch die DBF aktiviert sein. Da die SA-Funktion ein komfortables Abbremsen des Fahrzeugs in den Stillstand bewirkt, und die DBF in einer Notfallsituation ein rasches Abbremsen des Fahrzeugs bewirken soll, erfolgt die Steuerung des Bremssystems durch
20 den SSM in Abhängigkeit von der in dem Zustand aktivierten Funktion.

Falls die DBF aktiviert ist, während sich der SSM im Zustand Anhalten befindet, erfolgt ein Druckaufbau in der hydraulischen Betriebsbremse, der vorzugsweise mit einem großen Druckaufbaugradienten von beispielsweise ca. 100 bar/s erfolgt. In
25 einer möglichen Ausführungsform der Erfindung kann zusätzlich auch die EFB aktiviert werden. Hierdurch wird der Bremsweg des Fahrzeugs weiter verkürzt.

30

Falls die SA-Funktion aktiviert ist, während sich der SSM im Zustand Anhalten befindet, erfolgt der Druckaufbau in der hyd-

raulischen Betriebsbremse mit einem kleinen Druckaufbaugradienten von beispielsweise ca. 30 bar/s. Hierdurch wird ein komfortables Abbremsen des Fahrzeugs gewährleistet, bei dem insbesondere ein Einnicken des Fahrzeugs beim Anhalten vermieden werden kann.

Da auch beide der vorgenannten Assistenzfunktionen aktiviert sein können, ist es vorgesehen, eine übergeordnete Arbitrierungseinheit in das System zu integrieren, die ermittelt, welche Anforderung von dem SSM umgesetzt wird, d.h. in Abhängigkeit von welcher der Assistenzfunktionen die Steuerung der Bremsanlage erfolgt. Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die Anforderungen der DBF Priorität gegenüber den Anforderungen der SA-Funktion haben, so dass eine rasche Verzögerung des Fahrzeugs sichergestellt wird, wenn die DBF aktiv ist.

Bei einem Übergang des SSM in den Zustand Halten wird zunächst ein gegebenenfalls vorhandener Druckaufbaugradient bis auf den Wert Null verringert, so dass ein Einnicken des Fahrzeugs beim Übergang in den Stillstand vermieden wird. Ferner wird die EFB gelöst, falls sie in einem vorherigen Zustand aktiviert worden ist.

Nach der Reduzierung von einem möglicherweise vorliegenden Druckaufbaugradienten auf den Wert Null und dem Lösen der EFB ist es in einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, den in der Betriebsbremse vorhandenen Bremsdruck aufrechtzuerhalten. Dies geschieht durch ein Sperren der Trennventile zwischen dem Hauptbremszylinder und den Radbremszylindern. Ferner wird der Stillstand des Fahrzeugs mit Hilfe der Messsignale der Raddrehzahlsensoren überwacht. Wird dabei ein Anrollen des Fahrzeugs festgestellt, wird der Bremsdruck in der Betriebs-

bremse durch eine Ansteuerung der Energieversorgung der Bremsanlage um einen vorgegebenen Betrag erhöht.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann es vorgesehen sein, den Bremsdruck in der Betriebsbremse in dem Zustand Halten so lange zu reduzieren, bis ein Anrollen des Fahrzeugs festgestellt wird, und dann eine Erhöhung des Bremsdrucks um einen vorgegebenen Betrag vorzunehmen. Hierdurch wird verhindert, dass während des Stillstands kein zu großer Bremsdruck in den Radbremsen vorliegt, der den Vortrieb des Fahrzeugs bei einem nachfolgenden Anfahrvorgang beeinträchtigen würde.

Ferner kann es auch vorgesehen sein, dass der im Zustand Halten von dem SSM eingestellte Bremsdruck anhand des Fahrzeuglängsneigungswinkels berechnet wird, der mit einem Neigungswinkelsensor oder mit einem Längsbeschleunigungssensor ermittelt wird. Dieser misst die Summe aus der Änderungsrate der Fahrzeuggeschwindigkeit v und der Hangabtriebsbeschleunigung, so dass bei bekannter Änderungsrate der Fahrzeuggeschwindigkeit v , die beispielsweise anhand der Messsignale der Raddrehzahlsensoren ermittelt werden kann, die Hangabtriebsbeschleunigung und daraus der Steigungswinkel bzw. der Längsneigungswinkel des Fahrzeugs bestimmt werden kann. Während des Fahrzeugstillstands gilt dabei insbesondere

$$\sin(\alpha) = -a_{\text{Sensor}}/g$$

wobei α den Längsneigungswinkel des Fahrzeugs, a_{Sensor} das Signal des Längsbeschleunigungssensors und g die Erdbeschleunigung bezeichnet. Das Vorzeichen ist dabei so gewählt, dass sich ein positiver Winkel α ergibt, wenn das Fahrzeug in Bergaufrichtung steht, und dass sich ein negativer Winkel α ergibt, wenn das Fahrzeug in Bergabrichtung steht.

Befindet sich der SSM im Zustand Anfahren, während wenigstens eine der verfügbaren Assistenzfunktionen aktiviert ist, wird der Bremsdruck in der hydraulischen Betriebsbremse mit einem vorgegebenen Bremsdruckgradienten reduziert, und die EFB wird, falls sie aktiviert ist, zunächst teilgelöst und dann vollständig gelöst.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es dabei vorgesehen, dass der SSM den Bremsdruckgradienten für den Bremsdruckabbau in Abhängigkeit von dem Längsneigungswinkel des Fahrzeugs und der Anfahrriichtung bestimmt, die anhand des eingelegten Gangs ermittelt werden kann. Vorzugsweise wird dabei bei einem Anfahren in eine Bergabrichtung ein höherer Bremsdruckgradient eingestellt als bei einem Anfahren in der Ebene.

Bei einem Anfahren in eine Bergaufrichtung wird der Bremsdruck in der Betriebsbremse in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung in dem Maße reduziert, in dem das von dem Antriebsmotor des Fahrzeugs zur Verfügung gestellte Antriebsmoment ansteigt. Dabei werden in einer Kräftebilanz die Hangabtriebskraft und die sich durch das von dem Antriebsmotor bereitgestellte Motordrehmoment ergebende Antriebskraft verglichen. Der von dem SSM eingestellte Bremsdruck wird dann so berechnet, dass die Bremskraft die Differenz zwischen der Hangabtriebskraft und der Antriebskraft ausgleicht. Falls die Antriebskraft genauso groß wie die Hangabtriebskraft oder größer als diese ist, wird der Bremsdruck in der Betriebsbremse auf den Wert Null reduziert.

Nach einer Transition des SSM in den Zustand Parken/Sichern erfolgt eine Aktivierung der EFB. Dabei wird das maximale Bremsmoment der EFB eingestellt, so dass der Stillstand des Fahrzeugs auch bei einer Veränderung der Steigung während des Stillstands, wie sie beispielsweise in Duplex-Garagen erfolgen kann, sichergestellt ist.

Der Zustand Kriechen, in dem nur die S&G-Funktion aktiv sein kann, ist ein passiver Zustand des SSM, d.h. es werden hier keine Bremskraftanforderungen bestimmt. Der Zustand ermöglicht es damit auch in dem unteren Geschwindigkeitsbereich, in dem der SSM aktiviert ist, dass der Fahrzeugführer das Fahrzeug und insbesondere die Bremsanlage eigenständig, d.h. ohne die Unterstützung eines Assistenzsystems steuert. Die Bremskraftanforderungen und die Antriebsmomentanforderungen werden in dem Zustand Kriechen somit ausschließlich durch den Fahrer gesteuert.

Im Zustand Ausgeschaltet überprüft der SSM, ob ein Bremsdruck in der Betriebsbremse des Fahrzeugs vorliegt. Ist dies der Fall, so erfolgt ein Druckabbau mit einem vorgegebenen Bremsdruckgradienten.

Patentansprüche:

1. System zum Unterstützen eines Fahrzeugführers, bei dem in einem Kraftfahrzeug Assistenzfunktionen zur Unterstützung des Fahrers bei Anhalte- und Anfahrvorgängen durchgeführt werden, die in Abhängigkeit eines ersten Vergleichs zwischen wenigstens einer Fahrzustandsgröße und einem Schwellenwert und/oder aufgrund von ersten Betätigungssignalen von durch den Fahrer bedienbaren Betätigungsmitteln aktiviert werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Steuerungseinheit (SSM) anhand eines weiteren Vergleichs wenigstens einer Fahrzustandsgröße (v) mit einem vorgegebenen Schwellenwert (S_v) und/oder anhand weiterer Betätigungssignale der Betätigungsmittel einen Fahrzeugzustand ermittelt, dass die Steuerungseinheit überprüft, ob wenigstens eine Assistenzfunktion (S&G, DBF, AVH, SA, DAR, HSA) aktiviert ist, und dass die Steuerungseinheit die Bremsanlage des Fahrzeugs in Abhängigkeit von dem ermittelten Fahrzeugzustand steuert, wenn wenigstens eine Assistenzfunktion (S&G, DBF, AVH, SA, DAR, HSA) aktiviert ist.
2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fahrzeugzustand in Abhängigkeit eines Vergleichs der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) und/oder der Fahrzeugbeschleunigung mit einem Schwellenwert (S_v) bestimmt wird.
3. System nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fahrzeugzustand in Abhängigkeit eines Betätigungssignals eines durch den Fahrer bedienbaren Bremsbetätigungsmittels und/oder eines Antriebsmotorsteuerungsmittels ermit-

telt wird.

4. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Aktivierung einer Assistenzfunktion (S&G, DBF, AVH, SA, DAR, HSA) in Abhängigkeit eines Betätigungssignals eines durch den Fahrzeugführer bedienbaren Bremsenbetätigungsmittels und/oder eines Antriebsmotorsteuerungsmittels oder in Abhängigkeit eines Betätigungssignals eines durch den Fahrer bedienbaren Aktivierungsmittels erfolgt.
5. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Fahrzeugzustand erkannt wird, indem in einem weiteren Fahrzeugzustand überprüft wird, ob eine Übergangsbedingung für einen Zustandsübergang vorliegt, und ein Zustandsübergang erfolgt, wenn die Übergangsbedingung erfüllt ist.
6. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Vorliegen einer Übergangsbedingungen anhand des weiteren Vergleichs wenigstens einer Fahrzustandsgröße (v) mit einem vorgegebenen Schwellenwert (S_v) und/oder anhand der weiteren Betätigungssignale eines durch den Fahrer bedienbaren Betätigungsmittels festgestellt.
7. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass genau ein Fahrzeugzustand festgestellt wird, der aus einem der folgenden Fahrzeugzustände ausgewählt ist: Kriechen, Anhalten, Halten, Parken, Sichern, Anfahren.

8. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Fahrzeugzustand Anhalten die Bremskraft vergrößert wird, wobei die Änderungsrate der Bremskraft in Abhängigkeit von der aktivierten Assistenzfunktion (S&G, DBF, AVH, SA, DAR, HSA) ermittelt wird.
9. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Fahrzeugzustand Anhalten zum Vergrößern der Bremskraft ein Bremsdruckaufbau in der Betriebsbremsanlage und/oder eine Aktivierung einer Feststellbremsanlage (EFB) erfolgen.
10. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Fahrzeugzustand Halten eine Bremskraft aufrechterhalten oder ein vorgegebenes Bremsmoment aufgebaut wird.
11. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die im Fahrzeugzustand Halten aufzubauende Bremskraft in Abhängigkeit von einem Längsneigungswinkels des Fahrzeugs bestimmt wird.
12. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Fahrzeugzustand Anfahren die Bremskraft verringert wird.
13. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass im Fahrzeugzustand Anfahren die Bremskraft in Abhängigkeit von einem Ergebnis eines Vergleichs zwischen einer Hangabtriebskraft und einer Antriebskraft des Fahrzeugs verringert wird.

14. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Fahrzeugzustand Parken die Feststellbremse (EFB) aktiviert wird.
15. System nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine der folgenden Assistenzfunktionen ausgeführt wird: Eine Funktion zum Aktiven Anhalten und Anfahren (S&G), eine dynamische Bremsfunktion (DBF), eine Funktion zum aktiven Fahrzeughalten (AVH), ein Stau-Assistent (SA), eine Funktion zum automatischen Lösen der elektrischen Feststellbremse (EFB) bei einem Anfahrvorgang (DAR) und ein Anfahrassistent (HSA).

Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein System zum Unterstützen eines Fahrzeugführers, dass in einem Kraftfahrzeug Assistenzfunktionen zur Unterstützung des Fahrers bei Anhalte- und Anfahrvorgängen durchgeführt werden, die in Abhängigkeit eines ersten Vergleichs zwischen wenigstens einer Fahrzustandsgröße und einem Schwellenwert und/oder aufgrund von ersten Betätigungssignalen von durch den Fahrer bedienbaren Betätigungsmitteln aktiviert werden.

Das System zeichnet sich dadurch aus, dass eine Steuerungseinheit (SSM) anhand eines weiteren Vergleichs wenigstens einer Fahrzustandsgröße mit einem vorgegebenen Schwellenwert und/oder anhand weiterer Betätigungssignale der Betätigungsmittel einen Fahrzeugzustand ermittelt, dass die Steuerungseinheit überprüft, ob wenigstens eine Assistenzfunktion aktiviert ist, und dass die Steuerungseinheit die Bremsanlage des Fahrzeugs in Abhängigkeit von dem ermittelten Fahrzeugzustand steuert, wenn wenigstens eine Assistenzfunktion aktiviert ist.

(Fig. 1)

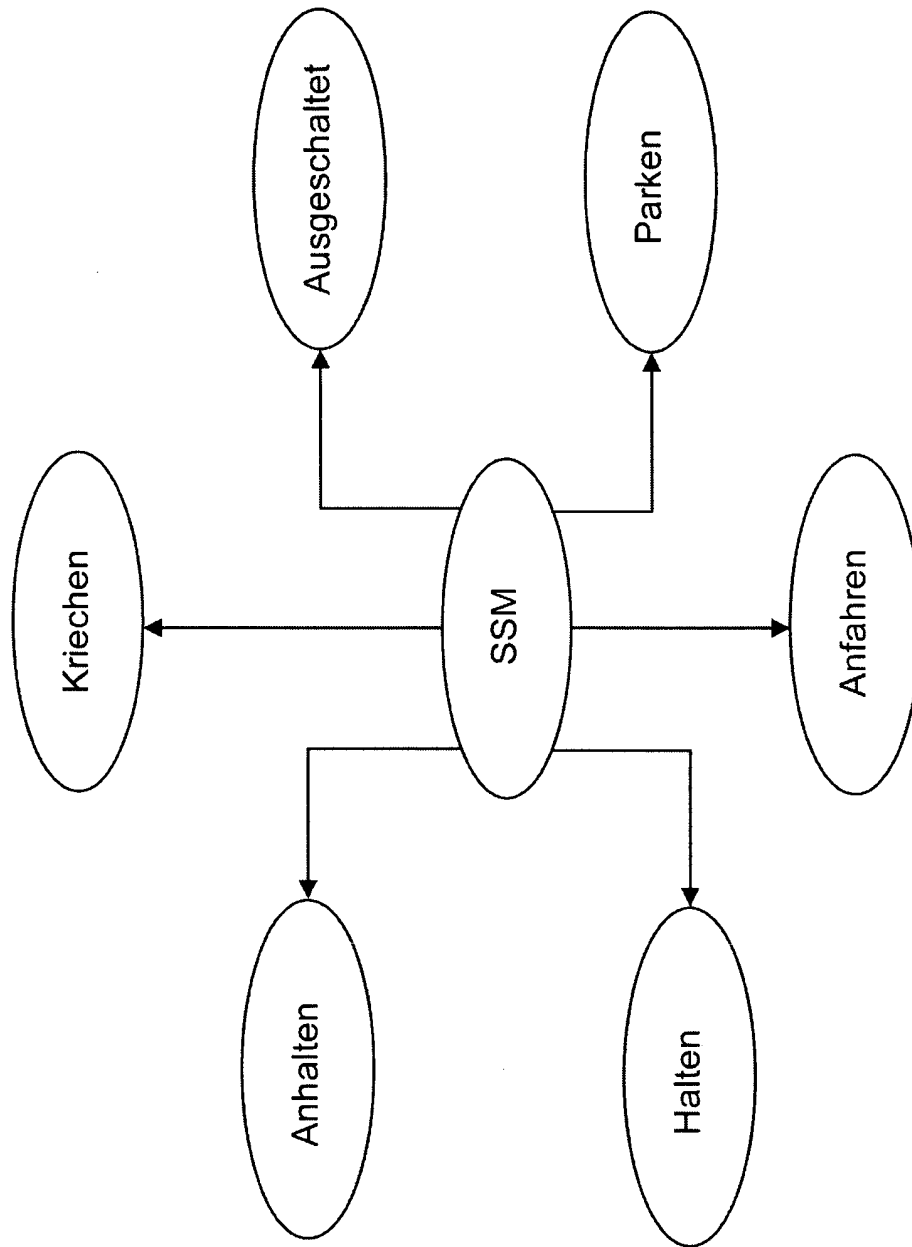


Fig. 1

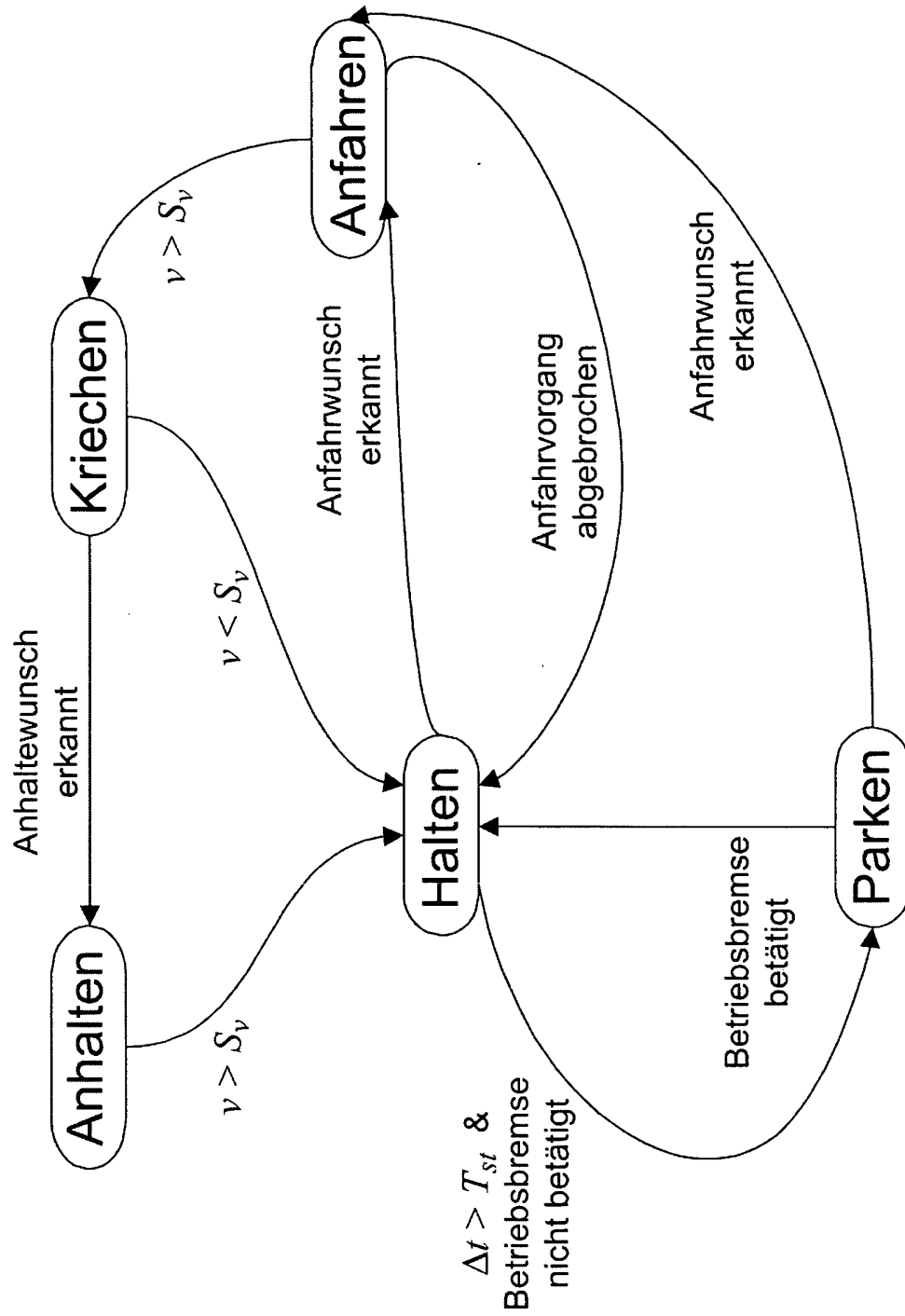


Fig. 2